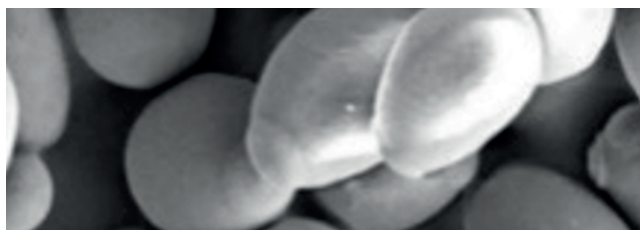


Не все дрожжи одинаковы: что делает *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii* таким уникальным?

Белова Ирина Владимировна, руководитель направления Птицеводство;
Рябчик Ирина Владимировна, зам. генерального директора по НИР
Lallemand Animal Nutrition, Россия

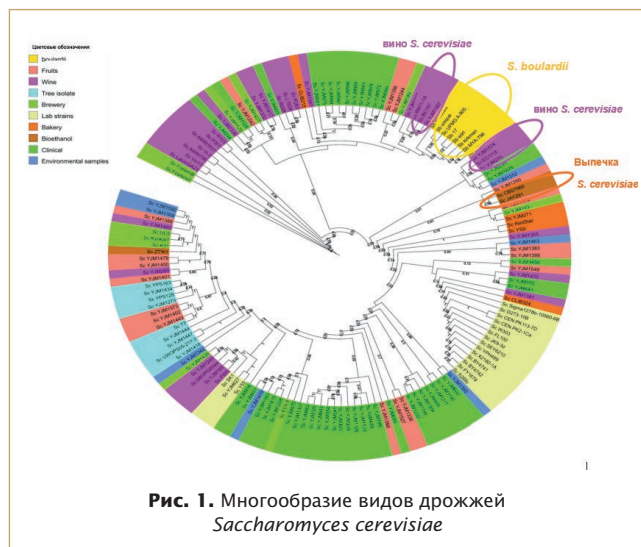


Всего каких-то сто лет назад французский ученый Анри Булар, путешествуя по Вьетнаму, открыл миру новый штамм дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii*, впервые выделенный из кожуры плодов личи и мангостина.

На сегодняшний день эта культура является наиболее задокументированным и широко распространенным пробиотиком в человеческой медицине и в ветеринарии для лечения и профилактики заболеваний пищеварительного тракта, таких как диарея, во время и после антибиотикотерапии, для восстановления баланса микробиоты кишечника.

Механизм действия пробиотических дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii* в пищеварительном тракте хорошо изучен и описан в более чем 300 научных публикациях. Польза *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii* неоспорима для здоровья кишечника и усвояемости корма.

Что мы знаем об этих специфических дрожжах, и что делает их такими уникальными?



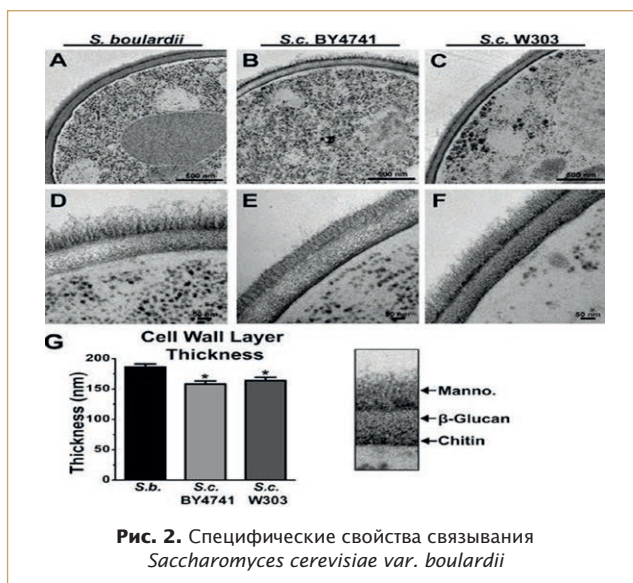
Уникальная структура

Во-первых, *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii* генетически представляет собой группу штаммов *S. cerevisiae*, но, по сравнению с другими дрожжами *S. cerevisiae*, var. *boulardii* имеет отличительную форму и характеристики:

- Могут расти как в аэробных, так и в анаэробных условиях.
- Хорошо выживают в условиях желудочно-кишечного тракта. Устойчивы к желчным кислотам и pH желудка.
- Имеют характерную форму: изолированные эллипсоидальные клетки с более толстой клеточной стенкой, чем другие *S. cerevisiae*.

Специфические свойства связывания

- Уменьшает прикрепление кишечной палочки F4 к слизистой оболочке кишечника у поросят (Daudelin et al., 2011).
- Уменьшает бактериальную транслокацию в комплекс брыжеечных лимфатических узлов (МЛН) у поросят, инфицированных *E. coli* (Lessard et al., 2009).
- Предотвращает адгезию ETEC на клетках кишечника IPEC-J2 (Gresse et al., 2021).
- Подавляет рост *S. typhimurium in vitro* (Veisseure et al., 2020).
- Снижает уровень *Campylobacter jejuni* у домашней птицы (Fannelli et al., 2015).



Благодаря специфической структуре клеточной стенки *Saccharomyces boulardii* проявляет высокую способность связывать патогены.

Таблица 1. *S. cerevisiae boulardii* физиологически и метаболически отличается от *S. cerevisiae*

| Функции | <i>S. cerevisiae</i> | <i>S. boulardii</i> | Ссылка | Практическое применение |
|---|----------------------------------|---------------------------------------|--|---|
| Оптимальная температура роста | 30°C | 37°C | Fietto et al., 2004 | Лучшая выживаемость в ЖКТ при физиологической температуре |
| Устойчивость к кислотности (рН 2) | нет | да | Internal data; Edwards-Ingram et al., 2007 | Лучшая выживаемость в желудке |
| Толерантность к желчным кислотам (>0.3%w/v) | Нет. Выживаемость до 0,15% (w/v) | Да. Выживаемость до 0.3% (w/v) | Veisseire et al., 2020 & Internal data | Лучшая приживаемость в тонком отделе кишечника |
| Базовая стойкость к высоким рН (рН 8) | да | да | Fietto et al., 2004 | Лучшая выживаемость в толстом отделе кишечника |
| Транспортеры (Ту элементы) | целый | No Tu1/3/4 Неповрежденные элементы | Khatri et al., 2017 | Отсутствие дубликации генома |

Высокофункциональные метаболиты

Доказано, что *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii* продуцирует специфические метаболиты, представляющие большой интерес в отношении условно-патогенных бактерий и их токсинов, а также поддерживает иммунный ответ организма.



Антимикробные и анти毒素ные пептиды, такие как протеаза, способная ингибировать связывание токсина *Clostridium difficile* и *Clostridium perfringens* A и B со специфическими кишечными рецепторами.

- **Ацетат:** Новые исследования показали, что *S. c. boulardii* CNCM I-1079 обладает уникальной способностью производить **высокие уровни уксусной кислоты** (около 7 г/л). Уксусная кислота, в свою очередь, индуцирует антимикробные свойства благодаря своей антибактериальной активности и представляет собой субстрат для популяций микрофлоры кишечника, которые вырабатывают бутират.
- **Полиамины:** *S. boulardii* секретирует полиамины, которые играют роль в созревании и регенерации кишечника (например, усиление ферментов, ко-

торые играют, помимо прочего, решающую роль в процессе поглощения энергии).

- **Уникальный набор ферментов:** Щелочная фосфатаза (играет роль в дефосфорилировании бактериальных ЛПС (эндотоксин)), амилазы, сахаразы, глюкоамилазы и н-аминопептидазы.

S. c. boulardii поддерживает баланс микробиоты

Микробиологический анализ содержимого кишечника подтвердил положительное влияние *S. c. boulardii* на пищеварение.

Благодаря своему уникальному действию, дрожжи *S. boulardii* укрепляют баланс микрофлоры и здоровье кишечника, снижая контаминацию патогенными бактериями ЖКТ птицы, а также контаминацию тушки птицы, соответственно, оказывая положительное влияние на качество конечной продукции.

Левисел SB (*Saccharomyces cerevisiae boulardii*, CNCM I-1079) является первым и пока единственным пробиотиком, одобренным в Европейском Союзе в качестве кормовой добавки, снижающей контаминацию тушек бройлеров бактериями рода *Salmonella*.

Massacci et al. (2019) проводили бактериологические исследования, где подтвердили высокий темп роста и численность микроорганизмов рода *Lactobacillus* в бактериальных сообществах слепой и прямой кишки птиц, получавших пробиотик **Левисел SB**.

Также в этом исследовании показано, что обилие лактобактерий отрицательно коррелирует с численностью *Campylobacter*. Сообщалось также о полном уничтожении *Campylobacter jejuni* в печени, сегментах кишечника и мазках помета птиц в течение трех недель после заражения (Wafaa et al., 2015).

Суперсила сбалансированной микробиоты кишечника

Помогает перевариванию питательных веществ:

- У здоровых птиц микробиота кишечника способствует доступности питательных веществ за счет



бактериальной ферментации, ферментативной активности и способствуя созреванию кишечника.

- Установлено, что *S. cerevisiae boulardii* способствует повышению эффективности использования корма за счет повышения активности некоторых ферментов щеточной мембраны (сахараза-изомальтаза, лактаза, мальтаза-глюкоамилаза).

Солдаты первой линии обороны:

- Стенка кишечника и ее эпителий представляют собой первую линию защиты организма. Микробиота пищеварительного тракта образует барьер. Предотвращает размножение транзиторных кишечных патогенов или условно-патогенных бактерий.
- Было доказано, что *S. cerevisiae boulardii* укрепляет плотные соединения, которые связывают вместе эпителиальные клетки. В результате укрепляется эпителиальный барьер кишечника, препятствующий транслокации потенциально патогенных бактерий в брыжеечные узлы и кровь. Микробиота кишечника также вырабатывает антимикробные метаболиты или короткоцепочечные жирные кислоты (КЦЖК), которые снижают pH кишечника.

Поддержка местного иммунитета:

- Иммунная система кишечника обеспечивает еще одну линию защиты. Кишечно-ассоциированная лимфоидная ткань (GALT) хорошо развита у цыплят. Микробиота кишечника способна усиливать защитные механизмы хозяина и иммунный ответ.
- Доказано, что *S. cerevisiae boulardii* помогает рекрутировать иммунные клетки – моноциты и гранулоциты – в лимфоидные узлы.

В целом, польза живых дрожжей для баланса микробиоты выражается в улучшении продуктивности птицы.

Компания Lallemand Animal Nutrition разработала и запатентовала дрожжевой пробиотик **Левисел SB** на основе *Saccharomyces cerevisiae boulardii*, штамм CNCM I-1079, используя уникальную запатентованную технологию микрокапсулирования Титан. Это специальная технология микрокапсуляции живых пробиотических дрожжей *Saccharomyces c. boulardii* жирными кислотами для достижения максимальной их жизнеспособности, активности и защиты в процессах кормопроизводства, таких как гранулирование, а также при их хранении, без потери качества.



Рис. 4. Микрокапсулированная форма Титан дрожжевого пробиотика **Левисел SB**

Многочисленные испытания, проведенные как независимыми институтами, так и производителями кормов, показывают уникальную постоянную способность покрытия Титан противостоять стандартным условиям гранулирования от 70 до 85°C после матрицы, без потери качества и активности пробиотика, чтобы обеспечить оптимальную эффективность дрожжевого пробиотика **Левисел SB**.

Lallemand Animal Nutrition является право-обладателем запатентованной технологии микрокапсулирования Титан, кроме того разработчиком и депонентом штамма *Saccharomyces cerevisiae boulardii* CNCM I-1079 в Национальной Коллекции Культур Микроорганизмов Института Пастера, Париж Франция

Благодаря специальной технологии микрокапсулирования и своему комплексному действию **Левисел SB** способен быстро восстановить нормальную микрофлору кишечника и защитить ее от влияния неблагоприятных факторов, тем самым, помогая реализовать генетический потенциал птицы, улучшить работу иммунной системы и уменьшить риск падежа птицы от бактериальных инфекций. Кроме того, пробиотик устойчив к действию антибиотиков и может использоваться одновременно с ними для восстановления нормальной микрофлоры кишечника, снижая отрицательные последствия применения антибиотиков.



Использование дрожжевого пробиотика **Левисел SB** на фоне обычных комбикормов способствует укреплению микробного баланса в пищеварительном тракте птицы, стимуляции неспецифической резистентности организма, что в совокупности является важной предпосылкой для повышения продуктивности и получения качественной продукции птицеводства.

Наряду с этим, улучшаются технологические свойства помета, что способствует решению задач санитарно-гигиенической и экологической направленности.

В настоящее время в промышленном птицеводстве своевременное применение пробиотиков помогает эффективно регулировать микробиоциноз в желудочно-кишечном тракте, тем самым улучшая здоровье, продуктивность и сохранность птицы.